

Semiconductor device with built-up low resistance contact and laterally conducting second contact

Patent number: FR2502399
Publication date: 1982-09-24
Inventor: OWYANG KING; STEIN LEONARD
Applicant: GEN ELECTRIC (US)
Classification:
- **international:** H01L21/60; H01L23/482; H01L23/485; H01L21/02; H01L23/48; (IPC1-7): H01L29/44; H01L21/28; H01L29/52
- **European:** H01L21/60B2; H01L23/482E; H01L23/485; H01L23/485B
Application number: FR19820004609 19820318
Priority number(s): US19810246231 19810323

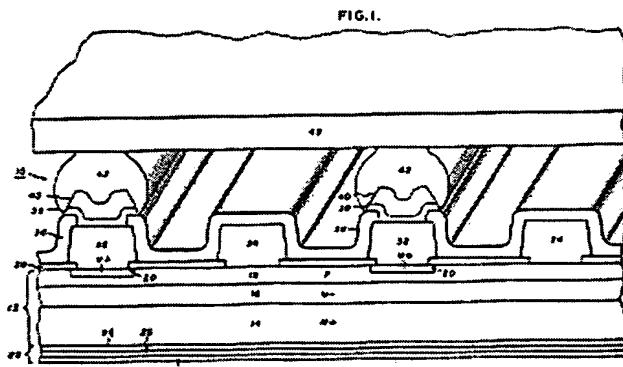
Also published as:
JP57172753 (A)
GB2095904 (A)
DE3209666 (A1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for FR2502399

Abstract of corresponding document: **GB2095904**

A semiconductor device having low resistance connection to a portion thereof carrying substantial current. First and second electrodes 34,32 are provided on a major surface of the semiconductor 12, the first electrode 34 providing lateral contact to a wire bond from e.g. a base 18 of a transistor; the second electrode 32 providing low resistance vertical contact from the high current carrying region eg. emitter 20. A conductive plate 43 is supported between upstanding spaced apart portions of the second electrode 32 and is thereby vertically spaced apart from the first electrode 34, which electrodes are further protected by dielectric layer 36. Electrode 32 includes layers of metal (32-40) and a solder blob 42.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 502 399

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 04609

(54) Dispositif à semiconducteurs comportant un contact rapporté à faible résistance.

(51) Classification internationale (Int. CL³). H 01 L 29/44, 21/28, 29/52.

(22) Date de dépôt 18 mars 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : EUA, 23 mars 1981, n° 246 231.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.L. — « Listes » n° 38 du 24-9-1982.

(71) Déposant : GENERAL ELECTRIC COMPANY, résidant aux EUA.

(72) Invention de : King Owyang et Leonard Stein

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Alain Catherine, GETSCO, 36SP-1213,
42, av. Montaigne, 75008 Paris.

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention concerne de façon générale les dispositifs à semiconducteurs et elle porte plus particulièrement sur un dispositif à semiconducteurs de forte puissance ayant une structure de métallisation de contact rapportée pour établir une connexion directe à faible impédance avec une région de semiconducteurs acheminant un courant élevé.

Au fur et à mesure de l'augmentation des performances exigées des dispositifs à semiconducteurs, et en particulier des dispositifs à semiconducteurs de forte puissance, aussi bien en ce qui concerne la dissipation de puissance que la vitesse de commutation, certains changements fondamentaux de la structure de ces dispositifs deviennent nécessaires. Par exemple, pour les dispositifs à semiconducteurs de haute fréquence et de forte puissance tels que les transistors et les thyristors destinés à être utilisés dans les alimentations à onduleurs et d'autres applications de commutation dans lesquelles une vitesse élevée, et donc une réponse en fréquence raisonnablement élevée, sont nécessaires pour obtenir un bon rendement, on a commencé à employer des structures de plus en plus interdigitées, en particulier pour les régions de base et d'émetteur de ces dispositifs, ou pour les régions équivalentes de grille et de source ou de drain des dispositifs à effet de champ. A titre d'exemple, une structure particulièrement utile pour un tel dispositif comprend une région d'émetteur et une électrode qui recouvre cette région et a la forme d'un tronc central duquel partent un certain nombre de doigts qui sont interdigités avec des doigts correspondants d'une structure d'électrode de base similaire comportant une partie de tronc placée en regard. On établit de façon caractéristique un contact avec de telles régions de base et d'émetteur interdigitées en disposant une électrode ohmique sur les régions de semiconducteurs ou au moins sur une partie d'entre elles, et en établissant un contact avec l'électrode au niveau d'une partie de contact qui se trouve le plus couramment dans le tronc de l'électrode, qui est physiquement plus grand que les

doigts et se prête plus aisément à la formation d'un contact avec les techniques classiques de soudage de fils. On a trouvé que ces techniques d'établissement de contact étaient la source d'une dégradation assez inattendue des 5 caractéristiques des dispositifs. Pour des dispositifs de puissance relativement basse à moyenne, la résistance de la métallisation d'émetteur entre le point de contact avec l'émetteur et la partie la plus éloignée de la région d'émetteur elle-même ne présente pas d'importance pendant 10 le fonctionnement du dispositif, du fait que l'intensité du courant est faible et que la chute de tension dans la métallisation n'est donc pas importante. Cependant, lorsqu'on désire un fonctionnement avec un courant plus élevé, la résistance de la métallisation d'émetteur devient importante, 15 en particulier lorsque des fils conducteurs sont fixés sur une partie de tronc large de la métallisation d'émetteur, pour que cette partie accepte à la fois les dimensions du fil et celles de la matière utilisée pour le soudage. Lorsqu'on emploie de tels contacts, la résistance 20 de la métallisation entre le point de fixation et les parties éloignées du dispositif, en particulier pour la métallisation d'émetteur qui achemine le courant le plus élevé entre la partie de tronc de l'émetteur et l'extrémité du doigt d'émetteur, introduit dans le doigt une 25 chute de tension qui entraîne une variation des conditions de fonctionnement sur la longueur de tels doigts, ce qui produit une distribution de courant non uniforme dans le dispositif et limite donc la puissance que peut accepter le dispositif. Une telle distribution non uniforme du courant peut conduire à une défaillance prématurée de tels 30 dispositifs, par le fait que des conditions locales de courant dépassent les possibilités du dispositif.

On a utilisé plus récemment des techniques de formation de contact par attaque en profondeur, dans lesquelles 35 la région de base est attaquée pour définir une surface située au-dessous de la surface supérieure de la région d'émetteur, afin de former une structure du type piedestal d'émetteur, mésa ou analogue, avec laquelle on peut établir

un contact au moyen d'une électrode plane exerçant une pression de contact sur cette structure, sans que l'électrode forme un court-circuit entre la base et l'émetteur. Cette technique n'a pas été employée de façon satisfaisante 5 dans des structures à haute fréquence fortement interdigitées, dans lesquelles la largeur des régions d'émetteur et de base est nécessairement très faible, ce qui fait que la structure est fragile.

Dans certains dispositifs à circuits intégrés, 10 on emploie des contacts métalliques rapportés pour permettre le montage de puces de circuits intégrés en position renversée sur des cadres de montage. De tels contacts métalliques rapportés peuvent prendre diverses formes dont certaines semblent à certains égards similaires à la 15 structure de contact rapportée de l'invention, mais dans tous ces cas, les contacts rapportés qui sont utilisés sur des circuits intégrés n'établissent pas un contact direct à faible résistance avec les dispositifs à semiconducteurs, comme c'est nécessaire dans des dispositifs à semi- 20 conducteurs à courant élevé. Au contraire, de tels contacts sont généralement disposés sur des plots de contact situés à la périphérie de ces puces de circuits intégrés et ces plots sont connectés aux éléments de circuit à divers emplacements sur une telle puce, par des prolongements formés par des pistes de métal ou des structures analogues. 25 La résistance de telles pistes peut être élevée, mais la faible valeur du courant qu'elles acheminent réduit la chute de tension à des niveaux acceptables. De plus, de tels contacts métalliques rapportés employés dans des dispositifs 30 à circuits intégrés ne doivent pas être placés eux-mêmes d'une manière précise par rapport à des zones actives très petites d'une telle puce, et la précision de leur placement n'est imposée que par la nécessité de les aligner avec les plots de soudage de grandes dimensions 35 qui se trouvent sur le substrat qui porte les conducteurs.

Les exigences particulières qui existent pour les contacts métalliques rapportés dans les dispositifs à semiconducteurs de forte puissance rendent inacceptable l'utili-

sation de l'un quelconque de ces procédés de l'art antérieur pour établir des contacts avec des régions de semiconducteurs. Dans un dispositif à semiconducteurs de forte puissance, tout contact avec une région doit simultanément présenter une résistance ohmique très faible, se prêter à la réalisation d'un motif fin pour permettre la réalisation de la structure fortement interdigitée qui est employée pour les dispositifs de commutation rapides, à haute fréquence, et être suffisamment robuste pour présenter une longue durée de vie dans des conditions de commutation dans lesquelles apparaissent des cycles thermiques répétés.

En résumé, et conformément à un mode de réalisation actuellement préféré de l'invention, un dispositif à semiconducteurs portant un contact métallique rapporté comprend un substrat de matière semiconductrice dans lequel sont formées des régions actives du dispositif qui comprennent une région avec laquelle un contact ohmique est établi. Une couche d'une première matière diélectrique qui, de préférence, fait également fonction d'élément de passivation de jonction, est disposée sur une surface du bloc de semiconducteur recouvrant au moins une jonction semiconductrice et comportant une première ouverture qui met à nu une surface d'une région de semiconducteur avec laquelle un contact est établi. Une couche d'un premier métal ayant une épaisseur notable est disposée sur cette couche de matière diélectrique et vient en contact avec la région de semiconducteur à travers l'ouverture dans la couche diélectrique. Une seconde couche de matière diélectrique qui est de préférence caractérisée par son aptitude à couvrir une marche abrupte de grande hauteur de la matière de contact métallique, couvre à la fois la première couche diélectrique et le premier contact métallique, sauf au niveau d'une ouverture dans cette seconde couche qui met à nu une surface de contact supérieure de la première couche métallique. Une couche d'une première matière de barrière recouvre la surface de contact supérieure de la première couche métallique et au moins une partie de la seconde couche diélectrique. Une couche de matière à

conductivité élevée recouvre la couche de matière de barrière et une couche finale de matière soudable recouvre la matière à conductivité élevée. On établit le contact avec la surface opposée de la tranche de semiconducteur 5 par des moyens classiques qui, bien qu'importants pour le procédé de formation d'un contact rapporté conformément à l'invention, ne font pas partie en eux-mêmes de l'invention. Un procédé destiné à former un contact métallique rapporté sur un dispositif à semiconducteurs, de la manière 10 décrite ci-dessus, comporte les opérations consistant à établir une tranche de matière semiconductrice dans laquelle sont formées des régions actives, à faire croître une couche d'une première matière diélectrique sur cette tranche, et à former un motif dans cette première matière 15 diélectrique, pour mettre à nu la surface d'une région de semiconducteur avec laquelle un contact est établi. On place une première matière de contact sur la surface de la première matière diélectrique, comprenant la surface à nu de la région de semiconducteur avec laquelle on doit 20 établir un contact ohmique, et on forme un motif dans la couche métallique pour faire disparaître toutes les parties non désirées de cette dernière. On applique sur la matière de contact une couche d'une seconde matière diélectrique ayant de bonnes caractéristiques de couverture 25 de marche, et on applique une matière de masquage sur la seconde couche diélectrique, après quoi on forme un motif dans cette dernière pour mettre à nu une partie de la seconde matière diélectrique recouvrant la première matière de contact, et on enlève cette partie de la matière 30 diélectrique par des moyens appropriés pour mettre à nu une surface supérieure de la matière de contact. On applique une métallisation de niveau supérieur sur la première matière de contact et cette métallisation de niveau supérieur comporte une couche de barrière, une couche à conductivité élevée qui se prête au soudage, et une couche 35 protectrice. On applique une couche de masquage et on forme un motif dans cette couche pour mettre à nu la surface supérieure de la couche protectrice, au-dessus de la premiè-

re métallisation, et on enlève la couche protectrice. On applique une épaisseur supplémentaire de la matière soudable et on applique une couche supérieure de soudure sur la matière soudable. On enlève ensuite les parties restantes non désirées des couches de masquage, de la matière de barrière et de la matière soudable, pour donner le dispositif terminé.

La suite de la description se réfère aux dessins annexés qui représentent respectivement :

10 Figure 1 : une coupe d'une partie d'un dispositif à semiconducteurs comportant un contact métallique rapporté conforme à l'invention.

15 Figures 2 à 22 : la séquence des opérations de traitement conformes à l'invention qui permet d'obtenir un dispositif à semiconducteurs avec un contact métallique rapporté conforme à l'invention.

20 On va maintenant considérer la figure 1 qui est une coupe d'une partie d'un dispositif à semiconducteurs comportant un contact métallique rapporté conforme à l'invention. On décrira l'invention en considérant un transistor capable de commander des courants élevés. Le dispositif qui est désigné globalement par la référence 10 comprend un bloc de matière semiconductrice telle que du silicium, désigné par la référence 12, dans lequel sont 25 définies plusieurs régions de semiconducteurs. Le bloc 12 comprend une première partie principale 14 et une seconde partie principale 16 ayant respectivement des conductivités de types $n+$ et $n-$. Conformément à la pratique habituelle, on peut former une tranche contenant de telles régions 30 en faisant croître par épitaxie la région 16 sur une surface d'une tranche 14 de conductivité de type $n+$. Une région 18 de conductivité de type p est formée dans une première surface de la région 16, par des moyens classiques, et une région 20 de conductivité de type $n+$ est en 35 outre formée dans la région 18. Conformément à ce mode de réalisation particulier de l'invention, la région 14 et la région 16 constituent conjointement le collecteur du transistor, la région 18 constitue la base et la région 20

constitue l'émetteur. Un contact est établi avec la région 14, par des moyens, en eux-mêmes classiques, qui comprennent une métallisation à 3 couches, 22, dans laquelle la couche 24 peut consister commodément en une couche de chrome, la couche 26 peut consister en une couche de nickel et la couche 28 peut consister en une couche d'argent. On peut employer des moyens classiques en eux-mêmes pour appliquer de telles couches, et on décrira ci-après en détail un procédé préféré pour effectuer ceci. L'invention concerne essentiellement la formation des contacts d'émetteur et de base. On forme sur la surface supérieure du substrat 12 une couche d'isolation et de passivation 30 qui est de préférence une couche de dioxyde de silicium, et on forme un motif et une ouverture dans cette couche pour mettre à nu l'émetteur 20 et une partie de la base 18. On notera que dans une structure de transistor du type représenté ici, il est préférable de former les régions d'émetteur et de base sous la forme de structures interdigitées, semblables à des régions opposées en forme de peignes, pour maximiser l'aire participant au passage à l'état conducteur entre la base et l'émetteur, afin de maximiser l'intensité et la vitesse de commutation correspondantes. La couche de passivation 30 recouvre de préférence la jonction entre l'émetteur 20 et la base 18 à l'endroit auquel la jonction se termine en surface.

Une couche d'aluminium relativement épaisse, dans laquelle on a formé un motif pour définir des parties d'électrodes d'émetteur et de base, portant respectivement les références 32 et 34, est formée sur la surface supérieure du substrat 12, de la manière représentée, en établissant respectivement un contact ohmique avec les régions d'émetteur et de base. L'épaisseur des électrodes est déterminée essentiellement par la nécessité de conduire latéralement un courant de base notable le long de l'électrode 34, plutôt que par les exigences de courant d'émetteur plus élevé, qui sont moins importantes, dans la mesure où la circulation du courant vers l'émetteur 20 est essentiellement verticale à travers l'électrode 32. Une couche

diélectrique 36 recouvre la couche d'isolation et de passivation 30, l'électrode de base 34 et l'électrode d'émetteur 32. La couche diélectrique 36 présente une ouverture à la surface supérieure de l'électrode 32 pour recevoir une métallisation de niveau supérieur qui comprend une couche de barrière 38 et des couches soudables 40 disposées sur l'électrode d'émetteur 32, ainsi qu'une couche de soudure 42, comme il est représenté. De préférence, et conformément à un mode de réalisation actuellement préféré de l'invention, la couche de barrière 38 est une couche de chrome, la couche soudable 40 comprend une ou plusieurs couches de cuivre (deux couches sont représentées sur la figure 1) et la couche de soudure 40 consiste en une soudure étain-plomb. Lorsqu'on le désire, on peut combiner les fonctions de la couche de barrière 38 et de la couche soudable 40 en une seule couche telle qu'une couche d'or, bien que ceci puisse s'accompagner d'un coût plus élevé qui, dans certaines applications, peut être compensé par une fabrication plus simple.

On notera que, bien que ceci ne soit pas spécialement représenté sur la figure 1, le contact avec l'électrode de base 34 est formé d'une manière classique en soi, en fixant un conducteur électrique sur cette électrode, dans une partie de contact située à l'extrémité d'un ou de plusieurs doigts qui, comme décrit précédemment, peuvent être connectés à une partie de tronc. La connexion avec l'émetteur 20 du transistor 10 s'effectue au moyen d'une lame 43 qui vient simultanément en contact avec la métallisation supérieure sur toute sa longueur et qui est fixée à cette dernière par refusion de la couche de soudure 42 avec la lame de métal en contact avec elle.

On notera que la structure de la figure 1 procure un certain nombre d'avantages par rapport à l'art antérieur. Le contact avec l'émetteur 20 s'effectue verticalement à travers l'électrode 32 et n'est pas dégradé par la résistance latérale de l'électrode qui introduit le problème décrit précédemment en relation avec les dispo-

sitifs de l'art antérieur. Bien que le contact avec la base 18 soit réalisé par l'intermédiaire de l'électrode 34 et dépende en fait de la circulation latérale du courant dans cette électrode, l'effet de la résistance latérale de l'électrode 34 n'est néanmoins pas suffisant pour introduire des chutes de tension intolérables, du fait que le courant de base est de façon caractéristique plusieurs fois inférieur au courant d'émetteur.

Les différentes figures restantes représentent 10 la séquence d'opérations qui constituent le procédé de l'invention et qui sont un exemple d'un procédé de formation d'un dispositif à semiconducteurs avec un contact métallique rapporté.

Les figures 2 à 22 représentent séquentiellement 15 les opérations qui interviennent dans la formation d'un dispositif à semiconducteurs tel que celui décrit et représenté ci-dessus en relation avec la figure 1. Dans

chacune des figures suivantes, on utilise les mêmes numéros de référence pour désigner les éléments similaires. 20 La formation d'un contact métallique rapporté conformément à l'invention commence par la réalisation d'un dispositif à semiconducteurs tel que celui qui est représenté sur la figure 2, dans lequel on trouve une région de collecteur comprenant les couches 14 et 16, qui sont respectivement de conductivité de type $n+$ et de type $n-$, une couche de base 18 et une couche d'émetteur 20. On notera que le dispositif particulier qu'on considère pour décrire 25 l'invention est dans une certaine mesure arbitraire et, de ce fait, ne fait pas partie de l'invention et peut être modifié, par exemple en changeant les types de conductivité, etc, conformément aux exigences relatives à 30 des dispositifs particuliers.

On applique une couche d'oxyde 30 sur une surface supérieure du dispositif 10, par des moyens classiques en eux-mêmes, comme le montre la figure 3. On notera que pendant la formation du dispositif 10 jusqu'au stade représenté sur la figure 12, on peut employer diverses couches de masquage en oxyde pour définir l'emplacement des

diverses régions de semiconducteurs et, bien que le dispositif 10 soit représenté sur la figure 2 sans couches d'oxyde sur sa surface supérieure, il peut néanmoins exister des couches d'oxyde, comme la couche d'oxyde de masque d'émetteur qu'il n'est pas obligatoire d'enlever conformément à l'invention, lorsque les ouvertures formées dans ces couches se trouvent aux emplacements nécessaires pour un traitement ultérieur. Néanmoins, à titre d'exemple, on représente une nouvelle couche d'oxyde 30 dans laquelle 5 on définit un motif de la manière représentée sur la figure 4 et qu'on attaque pour former une ouverture 50 sur l'émetteur 20. Il faut noter à ce point que bien qu'on ne représente qu'une seule région d'émetteur 20 dans cet 10 exemple de réalisation de l'invention, dans le but de simplifier le dessin, il est normalement préférable d'utiliser plusieurs régions de ce type dans un dispositif réel, comme il est représenté sur la figure 1, et la structure 15 à une seule électrode qui est représentée ici est répétée sur chaque partie d'émetteur avec laquelle un contact est établi. De façon similaire, l'électrode de base telle que l'électrode 34 de la figure 1, n'est pas représentée du fait que seules les étapes initiales du traitement décrit 20 en relation avec les figures 2-22 s'y appliquent, et du fait que l'invention est exposée plus clairement en simplifiant le dessin, ce qui conduit à ne pas représenter l'électrode 34. 25

Sur la figure 5, on trouve une couche d'aluminium 52 ayant une épaisseur suffisante pour conduire les signaux de courant de base latéral mentionnés précédemment. Par 30 exemple, lorsqu'on utilise des signaux de courant de base de l'ordre de 20A, une épaisseur de 6 μm ou plus est préférable.

On voit sur la figure 6 la couche d'aluminium après définition d'un motif dans cette couche par des moyens 35 classiques, pour ne laisser que les parties d'électrodes désirées. On notera que l'électrode 32 qui couvre la couche d'émetteur 20 couvre la totalité de la couche d'émetteur, y compris les parties de tronc qui sont formées pour relier

les différents doigts d'émetteur lorsqu'on emploie une structure en forme de peigne.

Chacune des étapes décrites jusqu'ici est classique en elle-même et, conformément à la pratique existante, 5 une structure telle que celle qui est représentée sur la figure 6 peut être utilement employée pour établir une connexion électrique avec l'électrode 32, dans une partie destinée à recevoir un conducteur, comme la partie de tronc. Les inconvénients liés à une telle structure ont 10 été décrits précédemment et ils concernent essentiellement la résistance latérale de l'électrode 32, lorsque cette dernière est traversée par un courant notable dans une direction parallèle à la surface du dispositif 10. Les étapes suivantes représentent un exemple de procédé destiné 15 à former la structure représentée sur la figure 1, avec tous ses avantages.

En considérant maintenant la figure 7, on note qu'une couche 36 en polyimide de silicium / siloxane est appliquée sur la surface du dispositif 10, sur 20 l'électrode 32. Il est préférable d'appliquer la couche 36 en deux passes, afin d'améliorer son durcissement. Il est préférable d'appliquer la couche 36 en centrifugeant un revêtement mince de polyimide sur la surface de la tranche et en étuvant la couche ainsi appliquée à une 25 température élevée, pour la durcir. Après durcissement de la première couche, on applique une seconde couche et on la fait durcir d'une manière similaire et, finalement, on peut durcir les deux couches à une température encore plus élevée pour former une seule couche homogène. L'épaisseur de la couche de polyimide 36 doit être suffisante 30 pour assurer une bonne couverture de l'électrode d'aluminium 32, en particulier au niveau du bord de celle-ci, qui peut avoir une hauteur notable. On peut remplacer la couche de polyimide 36 par d'autres matières, à condition 35 de pouvoir obtenir la couverture de marche nécessaire pour couvrir l'électrode 32 et à condition, en outre, que la matière soit capable de supporter les températures élevées qui interviennent au cours du traitement ultérieur du

dispositif. La couche de polyimide a de préférence une épaisseur totale d'au moins 5 μm , après l'étuvage final pour les deux revêtements appliqués.

Les étapes qui sont représentées sur les figures 8 à 11 concernent la définition d'un motif dans la couche de polyimide 36. En considérant maintenant la figure 8, on voit qu'une couche de matière de masquage en silicium polycristallin 54 est déposée sur la couche de polyimide 36. On dépose de préférence la couche de silicium polycristallin 54 par des techniques d'évaporation par faisceau d'électrons ou par d'autres procédés classiques, pour faire croître son épaisseur jusqu'à environ 0,1 μm . En considérant maintenant la figure 9, on voit qu'on dépose une couche de matière de réserve photographique 58 sur la couche de silicium polycristallin 54 et qu'on définit un motif dans la couche 58. On utilise de préférence la matière de réserve Shipley AZ1375 et on forme une couche ayant une épaisseur d'environ 3 à 4 μm . On forme un motif dans la couche de matière de réserve 58 et 10 on la développe, par exemple dans le développeur AZ351, pour former dans cette couche l'ouverture 60 qui est alignée avec une surface de contact supérieure de l'électrode d'aluminium 32. La couche de matière de réserve photographique 58 dans laquelle on a défini un motif fait fonction 15 de masque pour l'attaque ultérieure de la couche de silicium polycristallin 54 qui fait à son tour fonction de masque pour la couche de polyimide 36. L'enlèvement des couches de silicium polycristallin et de polyimide s'effectue au cours des différentes phases d'un traitement d'attaque 20 par plasma. Dans la phase initiale de l'attaque, on emploie un plasma de CF_4 ayant un débit normalisé d'environ 20 cm^3/mn , et un débit normalisé d'environ 2 cm^3/mn d'oxygène, pour former un motif dans la couche de silicium polycristallin sans affecter la couche de polyimide ou la 25 couche de matière de réserve photographique. Dans une seconde phase de l'attaque, on augmente la quantité d'oxygène pour qu'elle corresponde à un débit normalisé d'environ 50 cm^3/mn , et on enlève le polyimide ainsi que la matière de 30

réserve photographique. Pendant cette seconde phase de la partie du traitement de l'invention qui consiste en une attaque par plasma, il est avantageux d'augmenter dans une certaine mesure la pression dans le réacteur à plasma 5 afin de favoriser l'enlèvement du polyimide.

La figure 11 montre la phase finale du traitement d'attaque par plasma, dans laquelle la quantité d'oxygène est à nouveau réduite de façon à correspondre à un débit normalisé d'environ $2 \text{ cm}^3/\text{mn}$, tandis que la 10 pression est réduite à environ 21 Pa, pour enlever la partie restante de la couche de silicium polycristallin 54. La structure restante comprend la tranche de semiconducteur, la couche d'oxyde 30, l'électrode d'aluminium 32 et la couche de polyimide 36 dans laquelle on a formé un motif. 15 Une ouverture formée dans la couche de polyimide 36 est alignée avec la surface supérieure de l'électrode d'aluminium 32.

A ce stade de la fabrication du dispositif, il est avantageux de former la métallisation du côté arrière. 20 Ainsi, comme le montre la figure 12, on applique une couche de paraffine 64 sur la surface supérieure du dispositif 10 pour protéger les électrodes d'aluminium et la couche de polyimide de cette surface au cours du traitement suivant.

25 Comme le montre la figure 13, on rode la surface arrière du dispositif 10 pour enlever une partie de la couche 14. On sait que la couche 14, de type $n+$, est une couche à résistivité relativement faible, destinée à améliorer le contact avec le dispositif et qu'il est préférable de 30 réduire son épaisseur au minimum afin de diminuer la résistance du dispositif à l'état conducteur. L'épaisseur initiale de la couche 14, telle qu'elle est représentée sur les figures 2-12, améliore la résistance mécanique de la tranche de semiconducteur pendant les phases initiales du traitement et réduit ainsi la quantité de ruptures de telles tranches. Après rodage, on rince les tranches dans de l'eau 35 désionisée à une température ne dépassant pas environ 62°C, la métallisation en aluminium commençant à se décolorer au-

dessus de cette température.

On va maintenant considérer la figure 14 pour noter que la formation de la métallisation chrome-nickel-argent sur la face arrière du dispositif à semiconducteurs se déroule d'une manière bien connue de l'homme de l'art. On dépose de préférence successivement la couche de chrome 68, la couche de nickel 70 et la couche d'argent 72 dans une chambre dans laquelle on a fait le vide. On dépose de préférence une couche de chrome ayant une épaisseur d'environ 0,1 μm , une couche de nickel ayant une épaisseur d'environ 0,4 μm et une couche d'argent ayant une épaisseur d'environ 1,5 μm . Après le dépôt des trois couches de métal, on soumet de préférence l'ensemble de la structure à un traitement dans l'azote à environ 450°C pendant environ 10 mn.

Une fois que la métallisation du côté arrière a été appliquée, le dispositif est prêt pour la formation de la métallisation du niveau supérieur. On nettoie initialement le dispositif dans un plasma d'hydrogène à une température légèrement élevée, pour former une surface destinée à accepter la couche de barrière 74. Immédiatement après attaque par plasma du dispositif 10, on commence le traitement de métallisation de la couche supérieure par une attaque par pulvérisation de la surface supérieure du dispositif, afin de faire disparaître tout oxyde qui a pu se former sur cette surface et afin d'améliorer l'adhérence sur la couche d'aluminium. Sans retirer le dispositif de la chambre de pulvérisation, on applique une couche de chrome 74 ayant une épaisseur d'environ 0,2 μm , suivie par une couche de cuivre 76 ayant une épaisseur d'environ 0,8 μm et suivie enfin par une couche de titane 78 ayant une épaisseur d'environ 0,1 μm , comme le montre la figure 16. La couche de chrome établit une barrière entre l'aluminium et le cuivre pour empêcher l'interaction de ces éléments qui dégraderait le contact entre eux. On emploie la couche de cuivre pour former une surface souple sur laquelle on peut fixer la boule de soudure elle-même, et la couche de titane empêche l'oxydation de la couche

de cuivre avant la formation de la boule de soudure.

La formation de la boule de soudure elle-même est représentée sur les figures 17-22 et elle commence par l'application d'une couche de matière de réserve photographique 80 au sommet de la couche de titane 78, après quoi on définit un motif de façon classique dans la couche 80 pour former dans cette dernière une ouverture 82 qui met à nu la couche de cuivre 76. On emploie de préférence une matière de réserve telle que la matière de réserve à développer AZ119, qui est développée avec un dévellopateur du type AZ-303.

Comme le montre la figure 17, on applique une couche de paraffine 79 à la surface arrière du dispositif 10, sur la métallisation chrome-nickel-argent qui se trouve sur cette surface, pour la protéger au cours des étapes d'attaque suivantes.

Comme le montre la figure 18, la partie de la couche de titane 76 qui est mise à nu par l'ouverture 82 formée dans la couche de matière de réserve 80 est attaquée conformément aux procédés classiques, et la surface à nu de la couche de cuivre 74 est nettoyée, par exemple dans de l'acide sulfurique à 10%, et rincée dans de l'eau désionisée, pour offrir une surface pour l'opération de placage de cuivre suivante.

La figure 9 montre la formation par placage d'une couche de cuivre 86 à la surface de la couche de cuivre 74. Le placage de la couche de cuivre 86 s'effectue de préférence jusqu'à l'obtention d'une épaisseur d'au moins 13 μm environ.

En considérant maintenant la figure 20, on note qu'une couche de plomb 88, puis une couche d'étain 90 sont plaquées successivement sur la surface de la couche de cuivre 86. La quantité de plomb et d'étain plaquée sur le dispositif est déterminée par le rapport plomb/étain désiré dans la boule de soudure finale. Conformément à l'invention, il est préférable d'avoir environ 95% de plomb et 5% d'étain. La hauteur totale de la boule plomb-étain est d'au moins 50 μm environ.

Après la formation de la boule de soudure plomb-étain, on enlève les couches de titane, de cuivre et de chrome qui recouvrent la couche diélectrique de polyimide sur la surface supérieure, ainsi que la paraffine sur la 5 surface inférieure. En considérant maintenant la figure 21, on note qu'on enlève la matière de réserve photographique dans de l'acétone, cette opération étant suivie par un rinçage dans de l'eau désionisée froide. On enlève la couche de titane dans de l'acide fluoborique à 10%. On 10 enlève ensuite la couche de cuivre par attaque dans une solution d'attaque du cuivre et on enlève finalement la couche de chrome par attaque dans de l'acide chlorhydrique. Enfin, on rince la structure dans de l'eau désionisée froide et on la sèche.

15 Il est préférable de soumettre le dispositif terminé à un nettoyage supplémentaire avant montage, par attaque par plasma dans un plasma d'attaque consistant en CF_4 , sans oxygène. L'oxygène est désavantageux dans la mesure où il attaque la couche chrome-nickel-argent à l'arrière du dispositif. Après ce nettoyage final, le dispositif est prêt pour être monté sur une embase appropriée, ainsi que pour le montage sur lui de la lame supérieure, comme le montre la figure 1.

Le montage de la lame supérieure sur le dispositif commence par la refusion des couches plomb-étain à 25 une température d'environ $360^{\circ}C$, pour former une goutte d'alliage plomb-étain. La tension superficielle de la goutte d'alliage plomb-étain lui fait prendre une forme correspondant à une section transversale approximativement ronde, ce qui augmente avantageusement sa hauteur. Le 30 soudage de la lame de métal sur la goutte de soudure s'élévant verticalement est effectué en plaçant simplement la lame propre sur le dispositif, en contact avec les boules de soudure en alliage plomb-étain et en chauffant la structure pour provoquer la refusion de la soudure et pour 35 qu'elle mouille la surface inférieure de la lame et se soude à cette dernière, ce qui donne la structure de la figure 1.

On vient de décrire l'invention en considérant un mode de réalisation actuellement préféré, aussi bien en ce qui concerne la structure que le procédé de fabrication d'une telle structure, mais l'homme de l'art notera que ce mode de réalisation peut faire l'objet de diverses modifications et changements, sans sortir du cadre de l'invention. Les éléments essentiels de l'invention comprennent une électrode sur une région de semiconducteur qui établit un contact avec la région de semiconducteur sur la quasi-totalité de sa longueur, en particulier dans le cas d'une région d'émetteur d'un transistor ou d'un dispositif analogue, dans lequel une région longue et relativement étroite est en contact avec une électrode de forme similaire, et de façon encore plus particulière dans le cas dans lequel une telle région ou un tel ensemble de régions est relié à l'une de ses extrémités à une partie de tronc destinée à interconnecter les diverses régions longues et étroites. Le passage du courant à travers une telle électrode est obtenu en connectant l'électrode à une lame supérieure, au moyen d'une métallisation de niveau supérieur qui comprend une couche de barrière sur l'électrode et une boule de soudure sur cette couche barrière, et cette boule de soudure peut être connectée directement à la lame de niveau supérieur.

Dans certains dispositifs à semiconducteurs, on emploie un émetteur qui se présente sous la forme d'un ensemble de régions isolées telles que des points. L'invention convient parfaitement à la réalisation d'une connexion avec une telle structure.

REVENDICATIONS

1. Dispositif à semiconducteurs (10) comprenant un bloc de semiconducteur (11) qui comporte plusieurs régions de semiconducteurs qui comprennent au moins une première région (20) destinée à conduire un courant notable, et une seconde région (18) destinée à acheminer un courant de valeur inférieure, les première et seconde régions se terminant sur une première surface du bloc, caractérisé en ce qu'il comprend : des premières (32) et secondes (34) électrodes situées respectivement sur les première et seconde régions et en contact ohmique avec ces régions, ces électrodes ayant une épaisseur suffisante pour conduire latéralement, dans une direction parallèle à la première surface, un courant d'intensité au moins égale à celle du courant de valeur inférieure, et la seconde électrode comportant une région de soudage de fil éloignée d'au moins une partie de la seconde région; une couche de matière diélectrique (36) qui recouvre la seconde électrode sauf dans la région de fixation de fil, et qui recouvre la première électrode, sauf une surface supérieure à nu de cette électrode qui est en coïncidence verticale avec une zone active de la première région; une couche (38) d'une matière de barrière conductrice située sur la surface supérieure à nu ; une couche (42) de soudure sur la couche de matière de barrière; et une lame conductrice (43) sur cette couche de soudure qui a une résistivité latérale inférieure à la résistivité latérale des première et seconde électrodes et qui établit un chemin de courant latéral à faible impédance vers la première électrode, tandis que la couche de soudure, la couche de barrière et l'électrode forment un chemin de courant vertical à faible impédance depuis ladite lame jusqu'à la première région, dans une direction normale à la première surface.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend une couche (40) de matière soudable entre la couche de barrière (38) et la couche de soudure (42).
3. Dispositif selon la revendication 2, caracté-

risé en ce que la matière soudable est du cuivre.

4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première région (20) comprend plusieurs régions espacées mutuellement en direction latérale, chacune de ces régions portant une électrode (32), une couche de barrière (38) et une couche de soudure (42), et la lame conductrice (43) est supportée par ces régions et est ainsi espacée par rapport à la seconde électrode (34)..

10 5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les régions mutuellement espacées en direction latérale constituent des doigts et un tronc d'une première région en forme de peigne, et la seconde région (18) constitue une seconde région en forme de peigne qui est interdigitée avec la première région (20).

15 6. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que la première région (20) comprend un certain nombre d'îlots isolés et la seconde région (18) entoure chacun de ces îlots.

20 7. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les première et seconde électrodes (32, 34) consistent en électrodes en aluminium formant un motif déterminé qui sont en contact ohmique avec les première et seconde régions (20, 18).

25 8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que la couche de barrière (38) consiste en une couche de métal sur la couche d'aluminium et ce métal est choisi dans le groupe comprenant le chrome et le titane.

30 9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comprend une couche de cuivre entre la couche de chrome et la couche de soudure (42).

35 10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que la couche de soudure (42) consiste en une couche de soudure plomb-étain.

11. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche de barrière (38) consiste en une couche d'or.

12. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche de matière diélectrique consiste en une couche de copolymère polyimide de silicone-siloxane.

5 13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que les première et seconde électrodes (32, 34) consistent en couches d'aluminium de même épaisseur.

10 14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce que le métal de barrière est choisi dans le groupe comprenant le chrome et le titane.

15 15. Procédé pour réaliser un contact métallique rapporté pour un dispositif à semiconducteurs commandé à courant élevé, ce contact comprenant une partie (20) conduisant verticalement, sur une partie du dispositif qui achemine un courant élevé, et une partie (18) qui conduit latéralement, sur une partie de commande du dispositif, à courant faible, caractérisé en ce que: on forme simultanément des première (32) et seconde (34) couches de métal mutuellement espacées en direction latérale 20 qui sont respectivement situées sur les parties qui conduisent un courant élevé et un courant faible; on forme une couche diélectrique isolante (36) sur les deux couches de métal; on met à nu une surface supérieure de la première couche de métal; on forme une couche de matière de barrière (38) sur la surface supérieure à nu; on forme une couche de matière soudable (40) sur la couche de matière de barrière; on forme une couche de soudure (42) sur la couche de matière soudable; et on fixe une lame de métal (43) sur cette couche de soudure.

25 16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'on forme les première (32) et seconde (34) couches de métal en formant une couche de métal sur une surface du dispositif et en enlevant sélectivement des parties de cette couche pour laisser les première et seconde couches alignées avec les régions qui acheminent un courant élevé et un courant de valeur inférieure.

17. Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'on forme la couche diélectrique isolante.

(36) en recouvrant la surface du dispositif avec une couche de matière diélectrique durcissable et en faisant durcir cette couche.

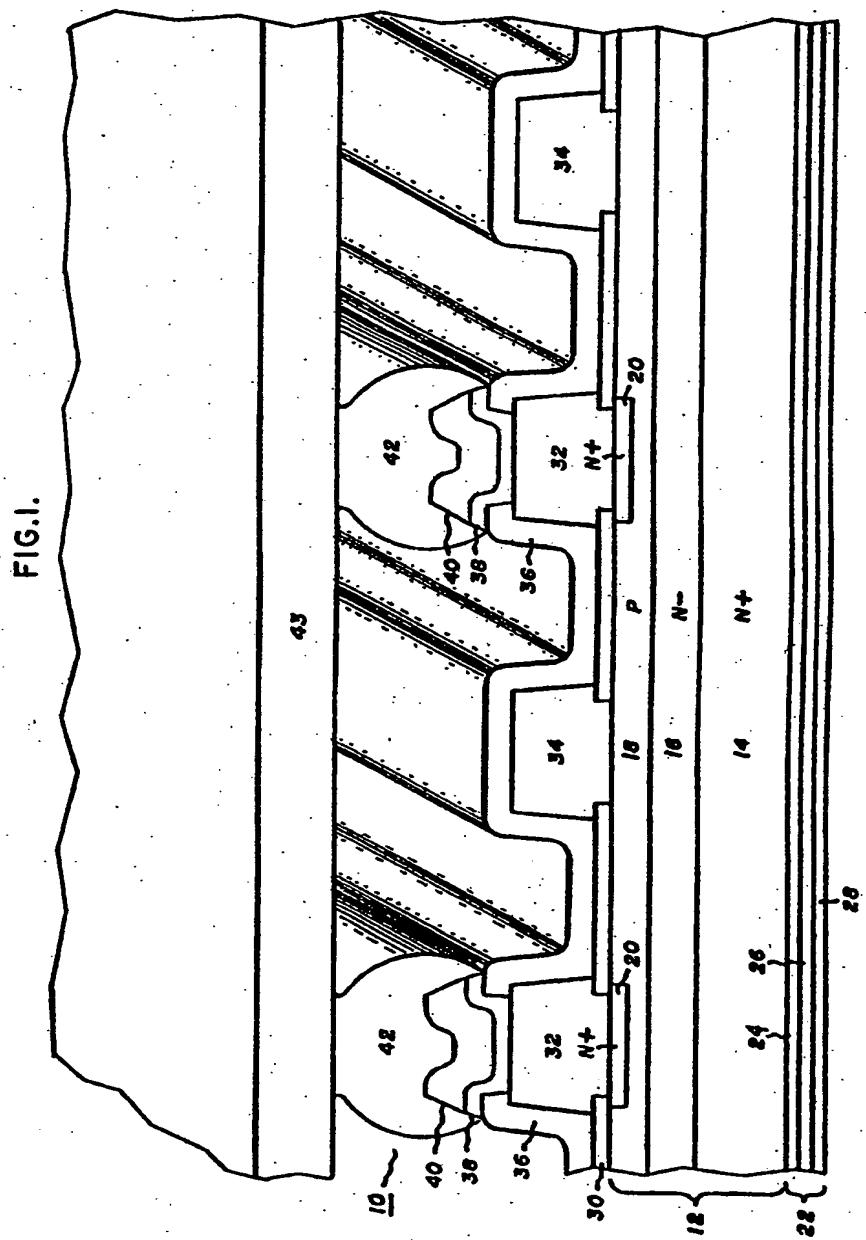
18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'on met à nu la surface supérieure de la couche diélectrique en délimitant les parties désirées de cette couche et en effectuant une attaque pour enlever les parties qui recouvrent ladite surface supérieure.

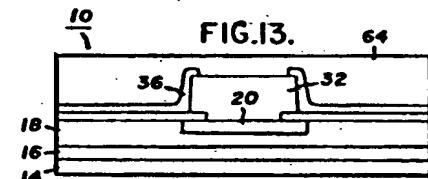
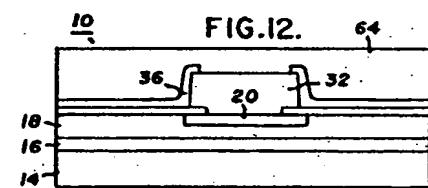
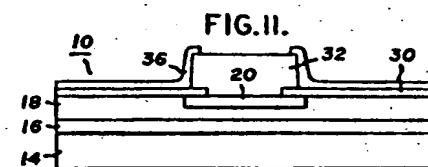
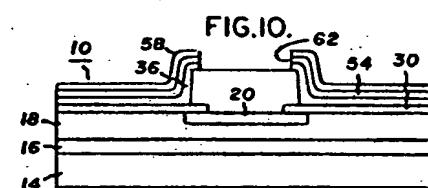
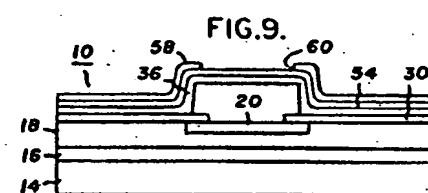
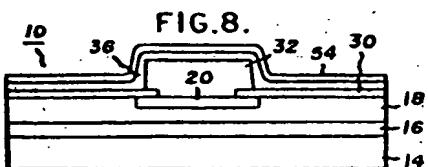
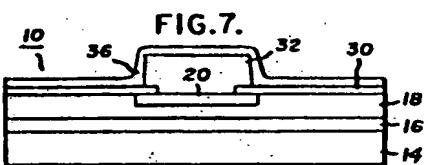
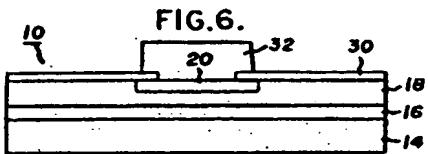
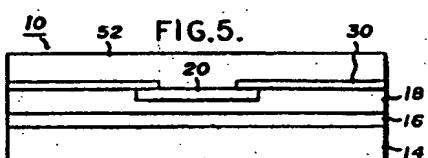
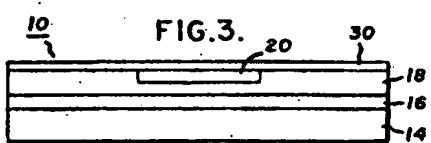
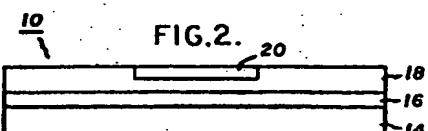
19. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que la formation de la couche de matière soudable (40) comprend les opérations suivantes: on forme une première couche de matière soudable et on forme une couche de matière protectrice sur la couche de matière soudable ; on enlève la couche de matière protectrice et on applique une seconde couche de matière soudable sur la première couche de matière soudable.

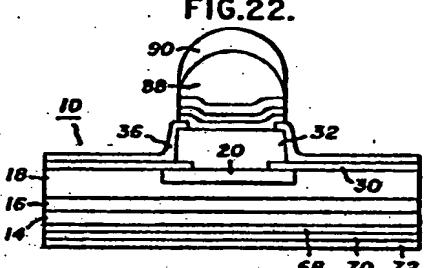
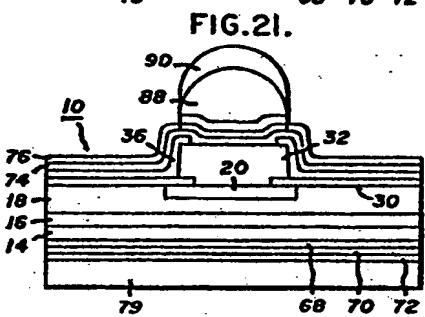
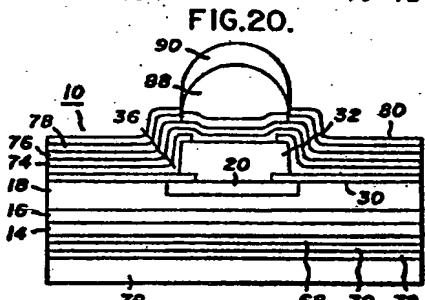
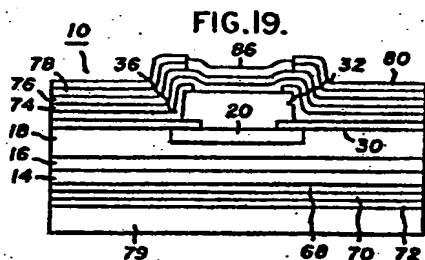
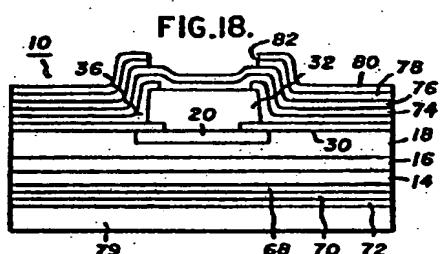
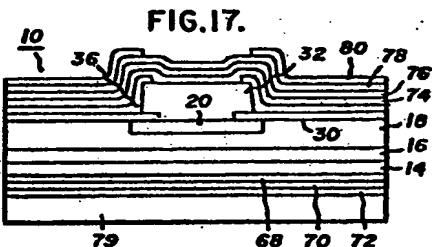
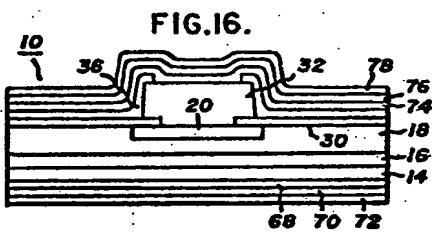
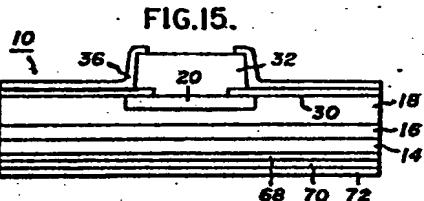
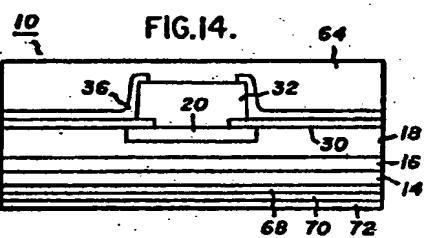
20. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce qu'on forme la couche protectrice et la première couche de matière soudable par pulvérisation, et on forme la seconde couche de matière soudable et la couche de soudure par dépôt à partir d'une solution.

21. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que la formation de la couche de soudure comprend les opérations consistant à former séparément 25 des couches successives (88, 90) des composants d'un alliage de soudure et à chauffer ces couches pour former la couche de soudure.

22. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que la fixation de la lame de métal (43) 30 s'effectue en plaçant cette lame en contact avec la couche de soudure (42) et en chauffant le dispositif pour souder la lame au reste du dispositif.







**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.